

本试卷共 8 页，共 100 分。考试时长 90 分钟。考生务必将答案写在答题卡上，在试卷上作答无效。

第一部分（选择题共 48 分）

一、单项选择题（本题共 12 小题，每小题 3 分，共 36 分。）

1. 有关运动与相互作用的关系，下列说法正确的是

- A. 一个物体速度向东，则其受合力一定向东
- B. 一个物体速度越大，则其受合力一定越大
- C. 一个物体受合力为 0，则其速度一定为 0
- D. 一个物体受合力越大，则其速度变化一定越快

2. 如图 1 所示，用手握住长绳的一端， $t=0$ 时刻在手的带动下 A 点开始上下振动，其振动图像如图 2 所示，则以下四幅图中能正确反映 t_1 时刻绳上形成的波形的是



图 1

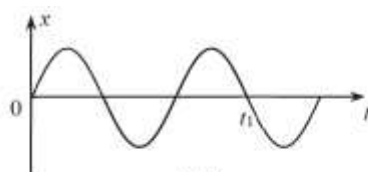
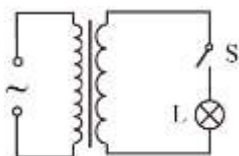


图 2



3. 如图所示，用理想变压器为一个“6V、12W”的小灯泡 L 供电，变压器原副线圈的匝数之比为 2:1。闭合开关 S，小灯泡恰好正常发光。则下列说法中正确的是



- A. 变压器原线圈中的输入电压为 3V
- B. 变压器原线圈中的输入电流为 2A
- C. 变压器原线圈中的输入功率为 24W
- D. 变压器副线圈中的输出功率为 12W

4. 若已知地球质量为 M ，万有引力常量为 G ，将地球视为半径为 R 、质量均匀分布的球体，忽略地球自转影响，仅

由这些信息不能计算出

- A.地面附近的重力加速度
- B.地球的第一宇宙速度
- C.同步卫星距地面的高度
- D.近地卫星绕地球做圆周运动的周期

- 5.伽利略曾设计过一个斜面实验：让小球沿一个斜面从静止开始向下运动，小球将“冲”上另一个斜面；减小第二个斜面的倾角，重复实验，直至斜面最终变为水平。右图是现代所做的伽利略斜面实验的频闪照片（组合图）。几次实验中小球都从同一位置释放，且频闪照相的频闪频率相同，有关小球在斜面 a 、 b 上的运动说法正确的是



- A.小球在斜面 a 、 b 上运动越来越慢，主要是摩擦作用的影响
- B.小球在斜面 a 上运动的距离较短，因此小球在斜面 a 上运动的平均速度较小
- C.小球在斜面 b 上的影像个数较多，表示小球在斜面 b 上运动的时间较长
- D.频闪照片中相邻的两个影像间的距离越大，表示这两个影像间的运动时间越长

- 6.水上滑翔伞是一项很受青年人喜爱的水上活动。如图 1 所示，滑翔伞由专门的游艇牵引，游客可以在空中体验迎风飞翔的感觉。为了研究这一情境中的受力问题，可以将悬挂座椅的结点作为研究对象，简化为如图 2 所示的模型，结点受到牵引绳、滑翔伞和座椅施加的三个作用力 F_1 、 F_2 和 F_3 ，其中 F_1 斜向左下方， F_2 斜向右上方。若在游艇牵引下游客做匀速运动，则



图 1

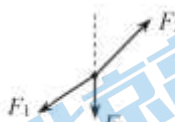


图 2

- A. F_1 可能大于 F_2
- B. F_2 一定大于 F_3
- C. F_1 和 F_2 的合力可能大于 F_3

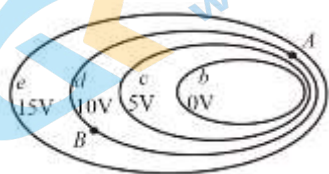
D. F_2 和 F_3 的合力方向可能沿水平向右

7. 如图所示，一辆装满石块的货车在平直道路上行驶。货箱中石块 B 的质量为 m ，重力加速度为 g ，在货车以加速度 a 加速运动位移 x 的过程中，下列说法正确的是



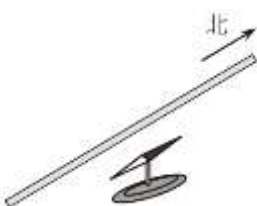
- A. 周围与石块 B 接触的物体对它的作用力的合力大小为 mg
 B. 周围与石块 B 接触的物体对它的作用力的合力大小为 ma
 C. 周围与石块 B 接触的物体对它的作用力的合力做功为 max
 D. 周围与石块 B 接触的物体对它的作用力的合力做功为 $m\sqrt{g^2 + a^2} \cdot x$

8. 右图表示某电场等势面的分布情况。将某一试探电荷先后放置在电场中的 A 点和 B 点，它所受电场力的大小分别为 F_A 、 F_B ，电势能分别为 E_{PA} 、 E_{PB} ，下列关系式正确的是



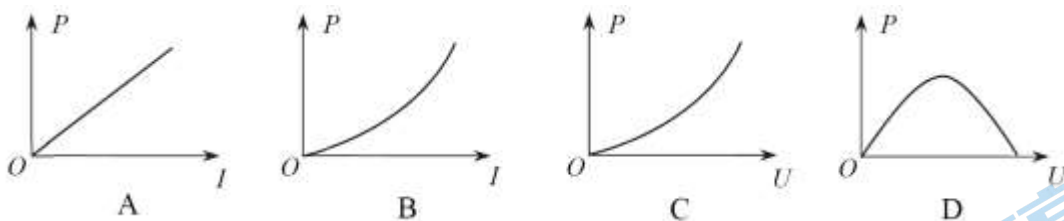
- A. $F_A > F_B$
 B. $F_A < F_B$
 C. $E_{PA} > E_{PB}$
 D. $E_{PA} < E_{PB}$

9. 如图所示，在一沿南北方向水平放置的直导线正下方有一小磁针。在导线中通有某一方向电流，小磁针静止时 N 极指向西偏北方向，由此可推断

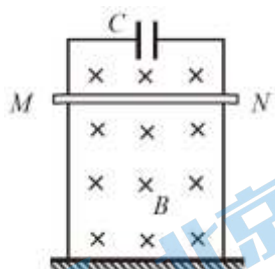


- A. 此时导线中的电流方向为由北向南
 B. 若导线中通有相反方向的电流，小磁针静止时 N 极将指向东偏南方向
 C. 若将小磁针放置到导线正上方，小磁针静止时 N 极仍指向西偏北方向
 D. 若将导线中的电流增大，小磁针 N 极将略向西偏转

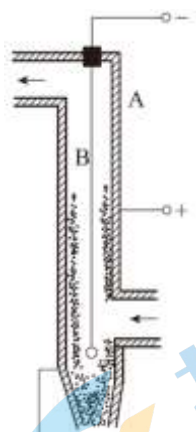
10. 右图所示的闭合电路中，随着滑动变阻器滑片的移动，电压表的示数 U 、电流表的示数 I 、干电池的输出功率 P 都会发生变化。以下四幅图中能正确反映 $P-U$ 、 $P-I$ 关系的是



11. 如图所示， U 形金属框架竖直放置在绝缘地面上，框架的上端接有一电容器 C ，金属框架处于水平方向的匀强磁场中。将一电阻为 R 的金属棒 MN 从一定高度处由静止释放，下落过程中金属棒方向始终平行于地面，且与金属框架接触良好。忽略金属棒与金属框架之间的摩擦，在金属棒由静止开始下落的过程中，以下说法正确的是



- A. 金属棒做自由落体运动
 B. 电容器左侧极板将带上正电荷
 C. 电容器储存的电能等于金属棒减少的重力势能
 D. 金属棒减少的机械能大于电容器储存的电能
12. 以煤作燃料的工厂、电站，每天排出的烟气带走大量的煤粉，不仅浪费燃料，而且严重地污染环境，利用静电除尘可以消除烟气中的煤粉。右图为静电除尘的原理示意图，除尘器由金属管 A 和悬挂在管中的金属丝 B 组成， A 和 B 分别接到高压电源的两极，它们之间有很强的电场，空气中的气体分子被强电场电离成为电子和正离子。正离子被吸引到 B 上，得到电子，又成为分子。电子在向正极运动的过程中，遇到烟气中的煤粉，使煤粉带负电，吸附到正极上，最后在重力作用下，落入下面的漏斗中。有关这一物理情境下列说法正确的是



- A. 空气分子在距离金属丝 B 越近的地方越容易被电离
 B. 带上负电的煤粉在向 A 运动的过程中做匀变速运动
 C. 带上负电的煤粉在向 A 运动的过程中其运动轨迹为抛物线

D.带上负电的煤粉在向 A 运动的过程中其电势能增大

二、多项选择题（本题共 4 小题，每小题 3 分，共 12 分。每小题全部选对的得 3 分，选对但不全的得 2 分，有选错的得 0 分。）

13.如图所示，在一端封闭的光滑细玻璃管中注满清水，水中放一个由蜡做成的小圆柱体 R 。 R 从坐标原点以速度 $v_0=0.02\text{m/s}$ 匀速上浮的同时，玻璃管沿 x 轴正方向做初速度为 0 的匀加速直线运动。测出 t 时刻 R 的 x 、 y 坐标值分别为 0.25m 和 0.10m 。则此时

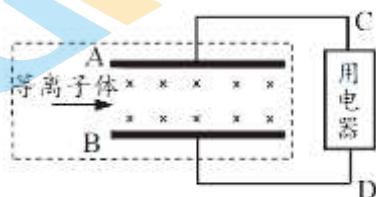
A.玻璃管的速度的大小为 0.05m/s

B.玻璃管的加速度的大小为 0.02m/s^2

C.蜡块的运动轨迹方程为 $x-25y^2=0$

D.蜡块的运动轨迹方程为 $8x^2-5y=0$

14.一种用磁流体发电的装置如图所示。平行金属板 A、B 之间有一个很强的磁场，将一束含有大量正、负带电粒子的等离子体，沿图中所示方向喷入磁场。图中虚线框部分相当于电源，A、B 就是电源的两极，则下列说法正确的是



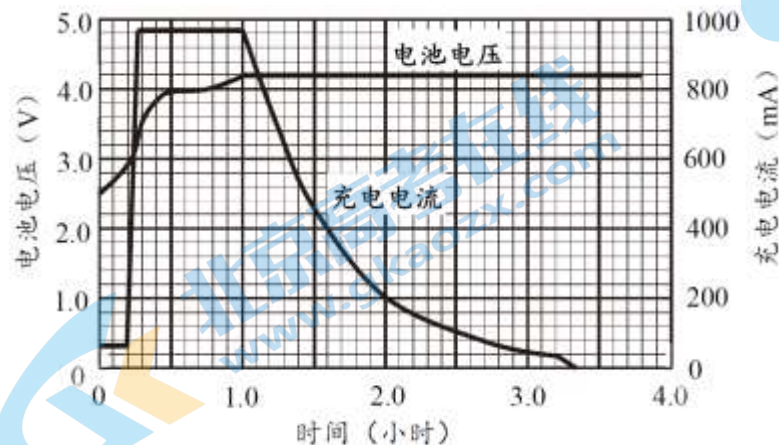
A. 用电器中的电流方向从 C 到 D

B. 带负电的粒子受洛伦兹力向上

C. 若只增强磁场，发电机的电动势将增大

D. 若将发电机与用电器断开，A 板积累的电荷会一直增多

15.下图为某种锂电池充电过程中电池电压、充电电流随时间变化的图像。根据图像，可以做出的正确推断是



A.该锂电池的电动势约为 4.2V

B.该锂电池的充电电压可能小于 4.2V

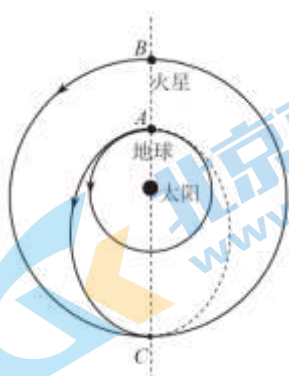
C.充电的 1.0~3.0 小时内, 电池充入的电荷量为 $1000\text{mA}\cdot\text{h}$

D.若该锂电池的容量为 $1400\text{mA}\cdot\text{h}$, 则整个充电过程中, 锂电池增加的电能不超过 $5.88\text{W}\cdot\text{h}$

16.2020 年 7 月 23 日, 我国首次火星探测任务“天问一号”探测器, 在中国文昌航天发射场, 应用长征五号运载火箭送入地火转移轨道。火星距离地球最远时有 4 亿公里, 最近时大约 0.55 亿公里。由于距离遥远, 地球与火星之间的信号传输会有长时间的时延。当火星离我们最远时, 从地球发出一个指令, 约 22 分钟才能到达火星。

为了节省燃料, 我们要等火星与地球之间相对位置合适的时候发射探测器。受天体运行规律的影响, 这样的发射机会很少。为简化计算, 已知火星的公转周期约是地球公转周期的 1.9 倍, 认为地球和火星在同一平面上、沿同一方向绕太阳做匀速圆周运动, 如图所示。

根据上述材料, 结合所学知识, 判断下列说法正确的是



A.地球的公转向心加速度小于火星的公转向心加速度

B.当火星离地球最近时, 地球上发出的指令需要约 3 分钟到达火星

C.如果火星运动到 B 点, 地球恰好在 A 点时发射探测器, 那么探测器将沿轨迹 AC 运动到 C 点时, 恰好与火星相遇

D.下一个发射时机需要再等约 2.1 年

第二部分（非选择题 共 52 分）

三、计算论述题（本题共 5 小题。解答应有必要的文字说明、方程式和重要的演算步骤。解题过程中需要用到，但题目中没有给出的物理量，要在解题时做必要的说明。只写出最后答案的不能得分。有数值计算的，答案中必须写出数值和单位。）

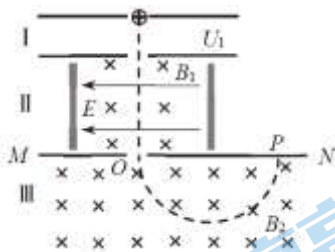
17. (9 分) 滑板是年轻人喜欢的运动项目。滑板爱好者及滑板总质量 $m=60\text{kg}$ ，以 $v_0=2.0\text{m/s}$ 的初速度沿斜坡匀加速滑下，斜坡的倾角 $\theta=30^\circ$ ，经 $t=4.0\text{s}$ 的时间下滑位移 $x=40\text{m}$ 到达坡底。将人和滑板整体看作质点，设其在下滑过程中所受阻力的大小不变，重力加速度 g 取 10m/s^2 ，求下滑过程中

- (1) 滑板及人的加速度的大小 a ；
- (2) 滑板及人受到的阻力的大小 f ；
- (3) 滑板及人受到的重力的冲量大小 I 。



18. (9 分) 某一质谱仪原理如图所示，区域I为粒子加速器，加速电压为 U_1 ；区域II为速度选择器，磁场与电场正交，磁感应强度为 B_1 ，板间距离为 d ；区域III为偏转分离器，磁感应强度为 B_2 。一质量为 m ，电荷量为 $+q$ 的粒子，初速度为 0，经粒子加速器加速后，该粒子恰能沿直线通过速度选择器，由 O 点沿垂直于边界 MN 的方向进入分离器后做匀速圆周运动，打在 P 点上。忽略粒子所受重力，求

- (1) 粒子进入速度选择器的速度 v ；
- (2) 速度选择器的两极板电压 U_2 ；
- (3) OP 之间的距离。



19. (10 分) 如图 1 所示, 足够长的平行光滑金属导轨水平放置, 宽度为 L , 一端连接阻值为 R 的电阻。导轨所在空间存在竖直向下的匀强磁场, 磁感应强度为 B 。电阻为 r 的导体棒 MN 放在导轨上, 其长度恰好等于导轨间距, 与导轨接触良好, 导体棒沿导轨向右匀速运动, 速度大小为 v 。导轨的电阻可忽略不计。

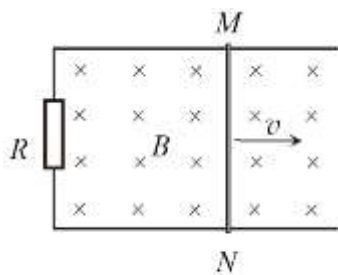


图 1

- (1) 求回路中的感应电流 I 和导体棒两端的电压 U ;
- (2) 通过公式推导证明: 导体棒向右匀速运动 Δt 时间内, 拉力做的功 W 等于电路获得的电能 $W_{\text{电}}$;
- (3) 若要使回路中不产生感应电流, 在导体棒运动的过程中, 磁感应强度 B 应随时间 t 变化。设 $t=0$ 时刻磁场的磁感应强度大小为 B_0 , 请在图 2 中作出相应的 $B-t$ 图像, 并通过推导说明作图依据。

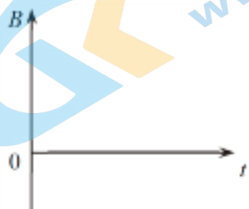


图 2

20. (12 分) 新能源汽车的研发和使用是近几年的热门话题。新能源汽车是指采用非常规的燃料作为动力来源的汽车。新能源汽车的使用将把人类带入清洁能源时代。

下面是某品牌新能源汽车介绍中的一段文字:

“将近 6 米的超长车身设计, 使得整车车顶集成的太阳能芯片面积达到了 6 平方米左右。极富流线型的整车造型, 隐藏式的轮毂设计, 纤细的摄像头式后视镜, 使整车风阻大幅下降。全车采用铝合金框架并结合碳纤维车身, 整车质量仅 700 千克, 这一轻量化设计使整车能耗极低。”



图 1

- (1) 设上述新能源汽车采用混合动力设计, 发动机最大输出功率为 30kW , 在厂区内的实验路段上行驶时所受总阻力约为车和驾驶员总重的 0.1 倍。试估算 50kg 的工程师驾驶这种汽车在实验路段上行驶的最高车速。
- (2) 为进一步测试这种汽车的性能, 该工程师在上述实验路段上以某种方式行驶, 通过计算机采集实验数据, 绘出了汽车牵引力 F 与车速倒数 v^{-1} 间的关系图线 ABC , 如图 2 所示, 线段 AB 平行于横轴, 线段 BC 延长线过坐标原点。请根据图线 ABC 判断汽车做什么运动, 并求 B 点时发动机的输出功率。

(3) 已知太阳辐射的总功率 $P_0=4\times10^{26}\text{W}$ ，太阳到地球的距离 $r=1.5\times10^{11}\text{m}$ ，太阳光传播到达地面的过程中大约有 34% 的能量损失。目前，制作太阳能电池的最好的材料为砷化镓，其将光能转化为电能的效率可达到 31.6%。试通过计算分析，这种汽车只采用纯太阳能驱动，且能保持最大输出功率 30kW 不变的可行性。

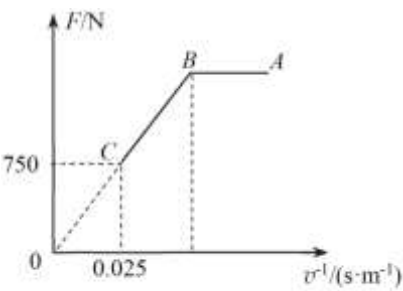


图 2

21. (12) 碰撞是生活中常见的现象，某同学想对碰撞问题进行研究。

(1) 该同学在调平的气垫导轨上研究两个滑块的碰撞。让滑块 A 以某一速度与原来静止的滑块 B 发生正碰，已知 A 的质量为 $2m$ ，B 的质量为 m 。

a. 若如图 1 所示，滑块 A 的右端、滑块 B 的左端均装有粘扣，碰后 A、B 将粘在一起运动。已知滑块 A 的初速度为 v_0 ，求此过程中 A、B 组成的系统损失的机械能是多少？

b. 若如图 2 所示，滑块 A 的右端、滑块 B 的左端均装有弹簧圈，碰后 A、B 将分开且沿着相同方向运动。通过传感器分别测得两个滑块碰撞前后的速度如下：



图 1



图 2

实验序号	碰撞前		碰撞后	
	$v_{10} \text{ (m/s)}$	$v_{20} \text{ (m/s)}$	$v_1 \text{ (m/s)}$	$v_2 \text{ (m/s)}$
1	0.90	0	0.30	1.20
2	0.73	0	0.24	0.97
3	0.81	0	0.27	1.08

该同学通过处理数据发现碰撞前后有 $m_{A}v_{10}=m_{A}v_1+m_{B}v_2$ ，说明滑块的碰撞过程满足动量守恒定律；同时他还发现 $v_2-v_1=v_{10}$ 也成立，他认为这是一个运动的滑块与一个静止的滑块发生弹性碰撞的必然结果。请你分析说明该同学的观点是否正确。

(2) 为了对碰撞进行深入研究，该同学查阅资料了解到以下信息：

不同材料制成的两个小球甲、乙，若碰撞前的速度分别为 v_{10} 和 v_{20} ，碰撞后的速度分别为 v_1 和 v_2 ，把 $v_{10}-v_{20}$ 称为接近速度，把 v_2-v_1 称为分离速度。研究发现碰撞后的分离速度与碰撞前的接近速度成正比，这个比值称为恢复系数，用 e 表示，即：
$$e = \frac{v_2 - v_1}{v_{10} - v_{20}}。$$

请你根据以上信息结合碰撞的规律完成以下问题：

小球甲在光滑水平面上以一定的速度与原来静止的小球乙发生正碰，恢复系数为 $\frac{2}{3}$ 。若碰后甲、乙两球速度的大小之比始终为 2:1，则甲、乙两球的质量应该满足什么关系？

2021 北京西城高三（上）期末物理

参考答案

第一部分（选择题 共 48 分）

一、单项选择题（每小题 3 分）

1. D 2. B 3. D 4. C 5. C 6. B 7. C 8. A 9. D 10. D 11. D 12. A

二、多项选择题（每小题全部选对的得 3 分，选对但不全的得 2 分，有选错的得 0 分。）

13. BC 14. AC 15. AD 16. BD

第二部分（非选择题 共 52 分）

三、计算论述题

17. （9 分）

（1）根据匀变速直线运动规律 $x = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$ （2 分）

解得 $a = 4 \text{ m/s}^2$ （1 分）

（2）根据牛顿第二定律，有 $mg \sin \theta - f = ma$ （2 分）

解得 $f = 60 \text{ N}$ （1 分）

（3）重力的冲量大小 $I = mgt = 2400 \text{ N} \cdot \text{s}$ （3 分）

18. （9 分）

（1）粒子加速过程根据动能定理，有 $U_1 q = \frac{1}{2} m v^2$ （2 分）

解得 $v = \sqrt{\frac{2U_1 q}{m}}$ （1 分）

（2）粒子经过速度选择器过程受力平衡，有 $\frac{U_2}{d} q = qvB_1$ （2 分）

解得 $U_2 = B_1 d \sqrt{\frac{2U_1 q}{m}}$ （1 分）

（3）粒子在分离器中做匀速圆周运动，根据牛顿第二定律，有 $qvB_2 = m \frac{v^2}{r}$ （2 分）

$OP = 2r = \frac{2}{B_2} \sqrt{\frac{2U_1 m}{q}}$ （1 分）

19. （10 分）

（1）MN 运动产生电动势 $E = BLv$ （1 分）

根据闭合电路欧姆定律 $I = \frac{E}{R+r}$ 得 $I = \frac{BLv}{R+r}$ （1 分）

路端电压 $U = IR$ 得 $U = \frac{RBLv}{R+r}$ （1 分）

(2) MN 做匀速运动, 受力平衡, 有 $F = BIL$ (1 分)

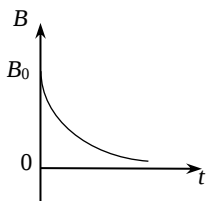
Δt 内 MN 运动的距离 $\Delta x = v\Delta t$

$$\text{拉力做功 } W = F \cdot \Delta x = BIL \cdot v\Delta t = \frac{B^2 L^2 v^2}{R + r} \cdot \Delta t \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{电路获得的电能 } W_{\text{电}} = EI\Delta t = BLv \cdot \frac{BLv}{R + r} \cdot \Delta t = \frac{B^2 L^2 v^2}{R + r} \cdot \Delta t \quad (1 \text{ 分})$$

可知, Δt 时间内, 拉力做的功 W 等于电路获得的电能 $W_{\text{电}}$ 。

(3) 若要使回路中不产生感应电流, 应保持回路中的磁通量不变, 磁感应强度 B 随时间 t 变化的规律如图所示。(图 2 分)



设 $t=0$ 时导体棒 MN 距导轨左端的距离为 d , 回路中的磁通量 $\Phi_0 = B_0 Ld$

t 时刻磁场的磁感应强度为 B , 导体棒 MN 距导轨左端的距离为 $d+vt$, 回路中的磁通量 $\Phi = BL(d+vt)$

回路中的磁通量不变, 则 $\Phi = \Phi_0$

$$\text{代入整理得 } B = \frac{B_0 d}{d + vt} \quad (2 \text{ 分})$$

20. (12 分)

(1) 当汽车的牵引力与阻力相等时, 汽车的行驶速度最大

$$F = f = 0.1(m + m')g = 750 \text{ N} \quad (1 \text{ 分})$$

$$v_m = \frac{P}{F} = 40 \text{ m/s} \quad (2 \text{ 分})$$

(2) 图中 AB 段 F 不变, 可知汽车受合力不变, 汽车做匀加速运动; (1 分)

图中 BC 段 F 与 v^{-1} 成正比例关系, 即 Fv 为定值, 根据 $P = Fv$ 可知汽车在恒定功率下做加速运动, 也就是做加速度逐渐减小的加速运动。(2 分)

$$\text{因此 } P_B = P_C = F_C v_C = \frac{750}{0.025} = 3 \times 10^4 \text{ W} \quad (2 \text{ 分})$$

(3) 设能够使汽车保持输出功率 30kW 的太阳能芯片面积为 S , 则

$$P = \frac{P_0 S}{4\pi r^2} \times 0.66 \times 0.316 \quad (2 \text{ 分})$$

$$\text{解得 } S \approx 102 \text{ m}^2 \quad (1 \text{ 分})$$

S 的值远大于车顶太阳能芯片的面积, 不符合实际情况, 可见这种汽车采用纯太阳能驱动保持输出功率 30kW 是不可行的。(1 分)

(说明: 从其他角度进行计算分析, 只要合理均可得分)

21. (12 分)

(1) a. 根据动量守恒定律, 有 $2mv_0 = (2m+m)v$ (1 分)

$$A、B \text{ 组成的系统损失的机械能 } \Delta E_{\text{损}} = \frac{1}{2} \cdot 2mv_0^2 - \frac{1}{2} (2m+m)v^2 \quad (1 \text{ 分})$$

解得 $\Delta E_{\text{损}} = \frac{1}{3} m v_0^2$ (1分)

b.若 A、B 发生弹性碰撞，则碰撞过程满足动量守恒定律和机械能守恒定律，有

$$m_A v_{10} = m_A v_1 + m_B v_2$$

$$\frac{1}{2} m_A v_{10}^2 = \frac{1}{2} m_A v_1^2 + \frac{1}{2} m_B v_2^2 \quad (1 \text{分})$$

整理以上两式得

$$m_A (v_{10} - v_1) = m_B v_2 \quad ①$$

$$m_A (v_{10} - v_1)(v_{10} + v_1) = m_B v_2^2 \quad ②$$

$\frac{②}{①}$ 得 $v_{10} + v_1 = v_2$ 即 $v_2 - v_1 = v_{10}$ ，所以该同学的观点是正确的。(2分)

(说明：要有推导过程)

(2) 设甲、乙两球的质量分别为 m_1 和 m_2

根据动量守恒定律，有 $m_1 v_{10} = m_1 v_1 + m_2 v_2$ (1分)

根据题意有 $e = \frac{v_2 - v_1}{v_{10}} = \frac{2}{3}$ (1分)

$$\frac{v_1}{v_2} = -2 \quad (2 \text{分})$$

解得 $\frac{m_1}{m_2} = \frac{2}{13}$ (2分)

关于我们

北京高考在线创办于 2014 年，隶属于北京太星网络科技有限公司，是北京地区极具影响力的中学升学服务平台。主营业务涵盖：北京新高考、高中生涯规划、志愿填报、强基计划、综合评价招生和学科竞赛等。

北京高考在线旗下拥有网站门户、微信公众平台等全媒体矩阵生态平台。平台活跃用户 40W+，网站年度流量数千万量级。用户群体立足于北京，辐射全国 31 省市。

北京高考在线平台一直秉承“精益求精、专业严谨”的建设理念，不断探索“K12 教育+互联网+大数据”的运营模式，尝试基于大数据理论为广大中学和家长提供新鲜的高考资讯、专业的高考政策解读、科学的升学规划等，为广大高校、中学和教科研单位提供“衔接和桥梁纽带”作用。

平台自创办以来，为众多重点大学发现和推荐优秀生源，和北京近百所中学达成合作关系，累计举办线上线下升学公益讲座数百场，帮助数十万考生顺利通过考入理想大学，在家长、考生、中学和社会各界具有广泛的口碑影响力

未来，北京高考在线平台将立足于北京新高考改革，基于对北京高考政策研究及北京高校资源优势，更好的服务全国高中家长和学生。



微信搜一搜

北京高考资讯